



Measurements of Azimuthal Angle Dependence of HBT radii with respect to the event plane in $\sqrt{s_{NN}} = 2.76$ TeV Pb-Pb collisions at LHC-ALICE

著者	Tanaka Naoto
発行年	2018
その他のタイトル	LHC-ALICE実験 $\sqrt{s_{NN}} = 2.76$ TeV 鉛・鉛衝突における量子力学的干渉効果のイベント平面に対する方位角依存性の研究
学位授与大学	筑波大学 (University of Tsukuba)
学位授与年度	2018
報告番号	12102甲第8755号
URL	http://hdl.handle.net/2241/00153874

氏 名	田中 直斗
学 位 の 種 類	博 士 (理 学)
学 位 記 番 号	博 甲 第 8755 号
学位授与年月日	平成 30年 4月 30日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
審 査 研 究 科	数理物質科学研究科
学 位 論 文 題 目	

Measurements of Azimuthal Angle Dependence of HBT radii with respect to the event plane in $\sqrt{s_{NN}} = 2.76$ TeV Pb-Pb collisions at LHC-ALICE

(LHC-ALICE 実験 $\sqrt{s_{NN}}2.76$ TeV 鉛・鉛衝突における量子力学的干渉効果のイベント平面に対する方位角依存性の研究)

主 査	筑波大学教授	理学博士	三明康郎
副 査	筑波大学准教授	博士(理学)	江角晋一
副 査	筑波大学講師	博士(理学)	中條達也
副 査	筑波大学教授	理学博士	矢花一浩

論 文 の 要 旨

本論文は、欧州共同原子核研究機構(CERN)の大型ハドロン衝突型加速器(LHC)を用いた ALICE 実験において核子対あたり 2.76 TeV の重心系エネルギーで鉛・鉛衝突を行い、宇宙初期の高温・高密度の状態であるクォーク・グルオン・プラズマ(QGP)の性質を探る研究を行ったものである。

同種 π 中間子を用いた量子力学的二粒子干渉効果測定法を行うことにより、反応の終状態における反応領域の幾何学的な形状や空間的・時間的な広がりを測り、QGP を含む衝突系の時空発展の様子を調べることができる。原子核・原子核の非中心衝突において、反応領域の初期形状は反応平面に対して縦長のアーモンド型(楕円型)をした形状となることが原子核密度分布から理論的に予測することができる。衝突によって発生した高温・高密度物質は急速に膨張するとともに粒子密度が低下し、最終的に粒子が生成されるフリーズアウトを迎えるが、初期形状の楕円の短軸方向には、より大きな圧力勾配が発生し、短軸方向のより大きな膨張速度によって初期形状とは異なった楕円率を示すと期待される。

本論文では、反応平面の方位角を各衝突事象毎に決定し、二粒子干渉効果の方位角依存性の測定を行うことによって反応終状態の楕円率を求めている。さらに、本論文では Event Shape Engineering 法という新たな解析手法を適用し、終状態の方位角異方性強度による衝突事象の選別を行い、同様に二粒子干渉効果の測定を行なっている。反応平面の方位角は、方位角異方性のフーリエ2次成分に相当するが、

本論文では高次の3次成分についても同様の解析を行っている。

審 査 の 要 旨

〔批評〕

AGS や SPS、RHIC 加速器などにおける低エネルギーの先行研究において、ビームエネルギーの増加とともに、システムの膨張速度の増大と楕円率の減少が観測されていた。本論文では、さらにビームエネルギーの高い LHC 加速器を用いたエネルギー領域において、より大きな膨張と楕円率の減少を観測したものである。これは衝突系短軸方向のより大きな膨張を意味しているが、その短軸の向きは、やはり反応平面方向に向いていることを示している。

本論文ではさらに Event Shape Engineering(ESE)法を適用した上で二粒子干渉効果の測定を行うことによって、終状態の衝突領域の形状に対する同法の効果を明確に観測することに成功している。その結果、ESE 法が衝突初期形状を選択するために効果的であることを示している。さらに、こうして得られた選択的中心衝突では短軸方向のより大きな膨張の結果、終状態では楕円形状の反転(短軸の向きが反応平面に垂直方向となること)を示唆する結果を得ている。これらの観測結果は、従前の時空発展描像に合致しており、流体力学的時空発展モデルの改善に大きな役割を果たすと期待される。また、高次の方位角異方性の起源を理解する手がかりを与えている。本論文は、QGP の膨張発展の様子や QGP の粘性などの性質に対して大きな知見を与えることが期待され、今後の当該分野に大きな貢献をなすものである。

〔最終試験結果〕

平成 30 年3月5日、数理物質科学研究科学学位論文審査委員会において審査委員の全員出席のもと、著者に論文について説明を求め、関連事項につき質疑応答を行った。その結果、審査委員全員によって、合格と判定された。

〔結論〕

上記の論文審査ならびに最終試験の結果に基づき、著者は博士(理学)の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。